

Raisonnement Temporel pour la Supervision Réseaux de Petri et Logique Linéaire Partie 3

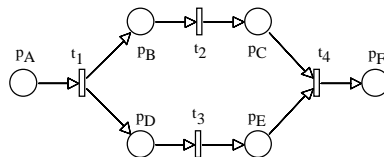
Robert Valette

- e-mail : robert@laas.fr
- http://www.laas.fr/~robert

Brigitte Pradin-Chézalviel

Raisonnement temporel (1)

- **Durée d'un scénario**
 - d'un état à un autre, entre deux événements
- **Date d'un événement**
- **Intervalle de temps pendant lequel :**
 - une proposition logique est vraie
 - une ressource est disponible



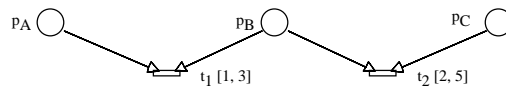
Raisonnement temporel (2)

- Réseaux de Petri t-temporisés ou t-temporels?

- durée de franchissement des transitions (calcul présenté précédemment)
- durée de sensibilisation des transitions $[\theta_{min}, \theta_{max}]$, sémantique faible
- la sémantique forte est incohérente avec la linéarité (monotonie)

- Réseau t-temporel - sémantique faible

- la date de consommation est la date de début de sensibilisation + durée de sensibilis.



Raisonnement temporel (3)

$A(0, \cdot), t_1, t_2, t_3, t_4 \vdash F$

$t_1 : A(0, d_1)$

$B(d_1, \cdot), D(d_1, \cdot), t_2, t_3, t_4$

$t_2 : B(d_1, d_1 + d_2)$

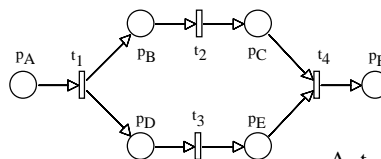
$C(d_1 + d_2, \cdot), D(d_1, \cdot), t_3, t_4$

$t_3 : D(d_1, d_1 + d_3)$

$C(d_1 + d_2, \cdot), E(d_1 + d_3, \cdot), t_4$

$t_4 : C(d_1 + d_2, d_1 + d_4 + \max(d_2, d_3)), E(d_1 + d_3, d_1 + d_4 + \max(d_2, d_3))$

$F(d_1 + d_4 + \max(d_2, d_3), \cdot)$



$A, t_1, t_2, t_3, t_4 \vdash F$

$(t_1 : (t_2 // t_3); t_4)$

Raisonnement temporel (4)

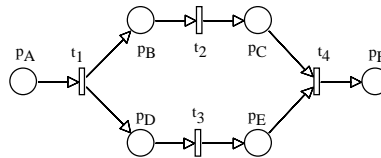
- **Durée, date et intervalle vis-à-vis d'un scénario comp. spécif.**

- durée du scénario

$$d_1 + d_4 + \max(d_2 + d_3)$$

- date franch. de t2

$$d_1 + d_2$$



$$A, t_1, t_2, t_3, t_4 \vdash F$$

Raisonnement temporel (5)

- **Durée, date et intervalle vis-à-vis d'un scénario comp. spécif.**

- Séjour dans PA :

$$[0, d_1]$$

- Séjour dans PB

$$[d_1, d_1 + d_2]$$

- Séjour dans PE

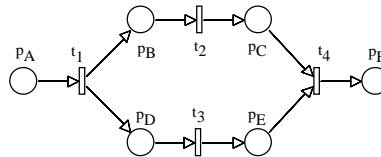
$$[d_1 + d_3, d_1 + d_4 + \max(d_2 + d_3)]$$

- Séjour simultané dans PA et PE

impossible (lien de causalité) : $d_1 + d_3 \geq d_1$

- Séjour simultané dans PB et PE

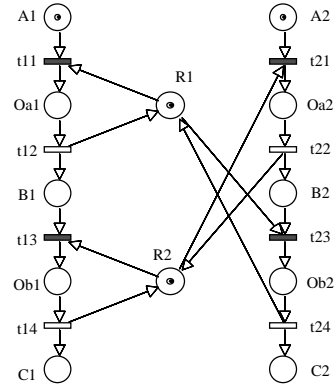
possible si : $d_2 > d_3$



$$A, t_1, t_2, t_3, t_4 \vdash F$$

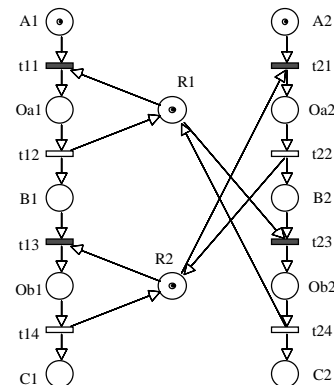
Ordonnancement (1)

- Décider de l'ordre entre les opérations
- Décider de la date de début
- Toutes les relations d'ordre ne sont pas significatives
- scénario comp. spécif.
- Décisions



Ordonnancement (2)

- $A_1(0,.)$, $A_2(0,.)$, $R_1(0,.)$, $R_2(0,.)$
- $D_{t11} \geq 0$ ou $D_{t23} ?$ $D_{t21} \geq 0$ ou $D_{t13} ?$
- $B_1(d_{12},.)$, $A_2(0,.)$, $R_1(d_{12},.)$, $R_2(0,.)$
- $D_{t21} \geq 0$ ou $D_{t13} \geq d_{12}$
- $B_1(d_{12},.)$, $B_2(d_{22},.)$, $R_1(d_{12},.)$, $R_2(d_{22},.)$
- $D_{t13} = \max(d_{12}, d_{22})$ et $D_{t23} = \max(d_{12}, d_{22})$
- $C_1(d_{14} + \max(d_{12}, d_{22}),.)$, $B_2(d_{22},.)$
 $R_1(d_{12},.)$, $R_2(d_{14} + \max(d_{12}, d_{22}),.)$
- $C_1(d_{14} + \max(d_{12}, d_{22}),.)$, $C_2(d_{24} + \max(d_{12}, d_{22}),.)$
 $R_1(d_{24} + \max(d_{12}, d_{22}),.)$, $R_2(d_{14} + \max(d_{12}, d_{22}),.)$



Ordonnancement (3)

$A_1(0, \cdot), A_2(0, \cdot), R_1(0, \cdot), R_2(0, \cdot)$

$D_{t11} \geq 0$ ou $D_{t23}?$ $D_{t21} \geq 0$ ou $D_{t13}?$

$B_1(d_{12}, \cdot), A_2(0, \cdot), R_1(d_{12}, \cdot), R_2(0, \cdot)$

$D_{t13} \geq d_{12}$ ou $D_{t21} \geq 0$

$C_1(d_{12} + d_{14}, \cdot), A_2(0, \cdot), R_1(d_{12}, \cdot), R_2(d_{12} + d_{14}, \cdot)$

$D_{t21} \geq d_{12} + d_{14}$

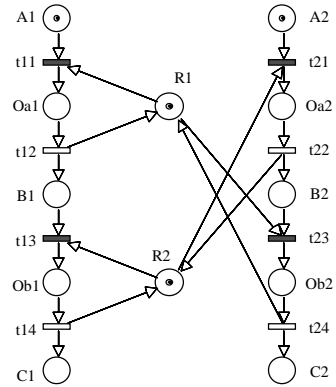
$C_1(d_{12} + d_{14}, \cdot), B_2(d_{12} + d_{14} + d_{22}, \cdot),$

$R_1(d_{12}, \cdot), R_2(d_{12} + d_{14} + d_{22}, \cdot)$

$D_{t23} \geq d_{12} + d_{14} + d_{22}$

$C_1(d_{12} + d_{14}, \cdot), C_2(d_{12} + d_{14} + d_{22} + d_{24}, \cdot),$

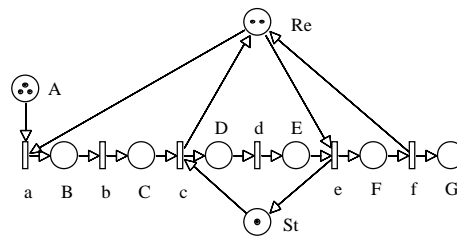
$R_1(d_{12} + d_{14} + d_{22} + d_{24}, \cdot), R_2(d_{12} + d_{14} + d_{22}, \cdot)$



Ordonnancement (4)

Utilisation de l'analyse des RdP

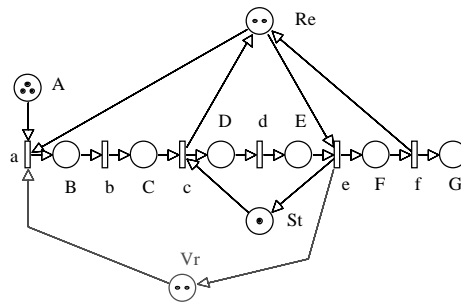
- **Blocage mortel**
 - séquence à exclure pour ordo.
- **Eviter l'exploration**
 - arbre ne donnant pas une preuve
- **Siphon**
 - places : Re, St, F
 - transition "-" : a
 - transition "+" : e



Ordonnancement (5)

Introduction d'une ressource virtuelle

- Place Vr
- Diminue l'explosion combinatoire



Ordonnancement (6)

$A(0), A(0), A(0), Re(0), Re(0), St(0), Vr(0), Vr(0)$

$$D_a^1 = 0$$

$$D_c^1 = d_b^1$$

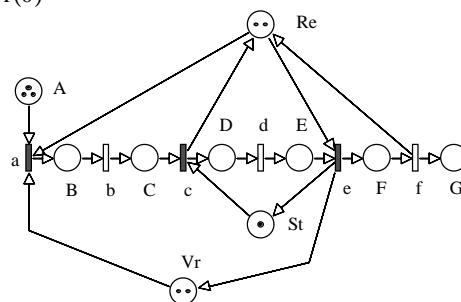
$A(0), A(0), E(d_b^1 + d_d^1), Re(0), Re(d_b^1), Vr(0)$

$$D_a^2 = 0 \text{ et } D_e^1 = d_b^1 + d_d^1$$

$A(0), C(d_b^2), G(d_b^1 + d_d^1 + d_f^1)$

$Re(d_b^1 + d_d^1 + d_f^1), St(d_b^1 + d_d^1), Vr(d_b^1 + d_d^1)$

$$D_c^2 = \max(d_b^2, d_b^1 + d_d^1)$$



Ordonnancement (7)

$$A(0), E(d_d^2 + \max(d_b^2, d_b^1 + d_d^1))$$

$$G(d_b^1 + d_d^1 + d_f^1), Vr(d_b^1 + d_d^1)$$

$$Re(d_b^1 + d_d^1 + d_f^1), Re(\max(d_b^2, d_b^1 + d_d^1))$$

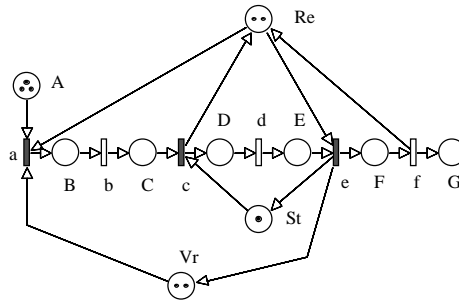
$$D_a^3 = d_b^1 + d_d^1 + d_f^1$$

$$D_e^2 = d_d^2 + \max(d_b^2, d_b^1 + d_d^1)$$

ou

$$D_a^3 = \max(d_b^2, d_b^1 + d_d^1)$$

$$D_e^2 = \max(d_b^1 + d_d^1 + d_f^1, d_d^2 + \max(d_b^2, d_b^1 + d_d^1))$$



Ordonnancement (8)

- Une approximation :

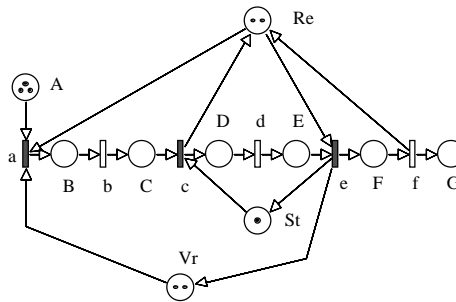
$$D_a^3 = 2 \cdot d_{bf}$$

$$D_e^2 = d_{bf}$$

ou

$$D_a^3 = d_{bf}$$

$$D_e^2 = 2 \cdot d_{bf}$$



On prend la décision en fonction d'heuristiques

Conclusion (1)

Quels sont les apports?

- **Prise en compte (explicite ou implicite) de l'ordre partiel**
 - en réseau de Petri, ou séquence ou absence d'ordre
- **Evite l'explosion combinatoire due à l'entrelacement**
 - comme algèbre (max,+)
- **Mise en évidence des choix (décisions) nécessaires pour définir un ordre partiel**
 - progresse pas à pas, différencie les instances de franchissement de transition

Conclusion (2)

Applications 1 :

- **Supervision, ordonnancement de tâches**
 - Exploitation conjuguée des contraintes d'ordre partiel et de contraintes numériques
 - Dates au plus tôt, au plus tard, durées minimales et maximales, délais de livraison
- **Supervision, diagnostic, scénarios critiques**
 - A partir d'une observation ou d'un état redouté, remonter aux causes
 - On n'a pas la partie gauche du séquent
 - Interaction avec logique classique et processus stochastiques

Conclusion (3)

Applications 2 :

- **Systemes coopératifs**

- Spécifier un ordre partiel entre des actions d'agents, maîtrise de l'entrelacement
- Prise en compte des anomalies, sortir d'un ordre partiel et y revenir
- Intégration à un environnement distribué multi-média, programmation

- **Vérification de propriétés, preuve**

- Comparaison avec le graphe des classes (réseaux t-temporel)
- Sémantique forte (comment la réintroduire, contraintes au plus tard)
- Exhaustivité : résolution systématique des conflits, conflits jetons
- Pas de séquent, trouver un "cycle" ou travailler sur un horizon